

Jahreszeitliche Schwankungen der Spermatogenese des Japanischen Makaken (*Macaca fuscata*) in Gefangenschaft, insbesondere im Vergleich mit freilebenden Gruppen¹

Von T. TIBA

Monkey Care Laboratory of Primate Research Institute of Kyoto University

Eingang des Ms. 1. 8. 1980

Abstract

*Annual fluctuations in the spermatogenesis of captive Japanese Monkeys (*Macaca fuscata*), especially in comparison with free-ranging troops*

Studied was the season-dependency of spermatogenesis in *Macaca fuscata*. Testicular biopsy specimens were obtained from a total number of 61 cases of laboratory-kept Japanese monkeys of different age and at various times of the year. Annual changes in histological features of seminiferous epithelium were examined quantitatively. With the exception of 5 and 12 years old animals, other monkeys apparently experienced spermatogenic maxima during the winter months and minima during the summer. However, in comparison to free-ranging troops of the same species, captive macaques showed less pronounced cyclical changes. This attenuation of seasonality in the spermatogenesis may be attributed to environmental acclimatization to the conditions of laboratory captivity.

Einleitung

Wie bei anderen nichtmenschlichen Primaten (BUTLER 1974; VANDENBERGH 1973), werden jahreszeitliche Schwankungen der Fortpflanzungstätigkeit sowohl bei freilebenden japanischen Makaken (KAWAI et al. 1967) als auch in Gefangenschaft (NIGI 1975, 1976) beobachtet. Hodengröße, Spermatogenese und Plasmatestosteron-Konzentration zeigen deutliche saisonbedingte Schwankungen (NIGI et al. 1980; TIBA and NIGI 1980). In einigen dieser Untersuchungen wurden die jahreszeitlichen Veränderungen im Zusammenhang mit möglichen ökologischen Faktoren erklärt; aber die Saisonschwankungen konnten nicht auf einen einzigen Umweltfaktor zurückgeführt werden.

Unter den gleichförmigen Bedingungen im Laboratorium kämen solche ökologischen Einflüsse nicht mehr in Frage. Bisher aber ist keine Untersuchung der Spermatogenese beim japanischen Laboraffen angestellt worden. In der vorliegenden Arbeit werden die Saisonschwankungen der Spermatogenese von im Laboratorium gehaltenen Makaken untersucht und mit Befunden an freilebenden Gruppen (s. TIBA und NIGI 1980) verglichen.

In quantitativen Untersuchungen der Samenzellen wurden die A-Spermatogonien besonders berücksichtigt, denn eine Analyse des Verhaltens dieser Zellen, Mutterzellen aller anderen Samenzellen, könnte einen wichtigen Anhalt zur Aufklärung von Saisonschwankungen zugrundeliegenden cytologischen Mechanismen geben.

Material und Methode

Untersucht wurden 40 Tiere, die mehr als zwei Jahre lang in „indoor“-Einzelkäfigen gehalten worden waren (Tab. 1). Die meisten jüngeren Tiere waren in unserem Laboratorium geboren und aufgezogen worden, während die ausgewachsenen Tiere meist aus wilden oder freilebenden Gruppen stammten.

¹ Diese Untersuchung wurde mit der „Unterstützung für Wissenschaftliche Forschung“ durch das Japanische Kultusministerium durchgeführt (Nr. 012205, 1975; Nr. 111505, 1976; 210705, 1977).

Die Geburtsdaten solcher Tiere waren nicht genau bekannt. Ihr Alter wurde auf Grund der Dentition bei ihrer Ankunft im Laboratorium bestimmt oder aus den Angaben der Parkverwaltungen und der Haltungsdauer im Laboratorium geschlossen. Im Tierhaltungsraum wurde der 12-Std.-Licht-Dunkel-Rhythmus (Lichtperiode von 6.00–18.00 Uhr) konstant gehalten. Obwohl die Tierhaltungsräume mit einer Heizungs- und Lüftungsanlage versehen waren, konnte die Raumtemperatur, ausschließlich aus finanziellen Gründen, nicht genau eingehalten werden. Die Monatsdurchschnittstemperatur bewegte sich das ganze Jahr hindurch zwischen 13,5–25,4 °C. Pelletiertes Trockenfutter und Wasser standen ad lib. zur Verfügung.

Hodenbiopsien wurden den natürlichen Begattungs- und Nichtbegattungszeiten entsprechend in zwei Jahreszeiten durchgeführt: zwischen September–Januar und zwischen Juni–August. Hodengewebestückchen, die nach der bereits beschriebenen Technik (TIBA und NIGI 1975) entnommen wurden, wurden sofort in Bouinsche oder Allensche (PFA-3) Lösung gebracht, mit PAS-Hämatoxylin oder Hämatoxylin-Eosin gefärbt. Es war wünschenswert, eine Langzeitbeobachtung eines jeden Tieres durch wiederholte Biopsien durchzuführen. Trotz der Gefahr einer beträchtlichen Schädigung des Hodengewebes wurden Biopsien an 13 Tieren je zweimal, an zwei Tieren je dreimal und an einem Affen viermal durchgeführt.

Ergebnisse

Samenkanälchendurchmesser

Unter dem Mikroskop wurde der Durchmesser der Samenkanälchen gemessen und der Durchschnitt aus 40 Kanälchen für jedes Einzeltier berechnet (Tab. 1). Wie aus der Abb. 1 ersichtlich, können die jahreszeitlichen Schwankungen des Durchmessers in zwei verschiedene Phasen unterteilt werden: in eine Wachstumsphase bei jüngeren Tieren von etwa 4–6,5 Jahren und eine stabile Phase bei den Erwachsenen von 6,5 Jahren und darüber.

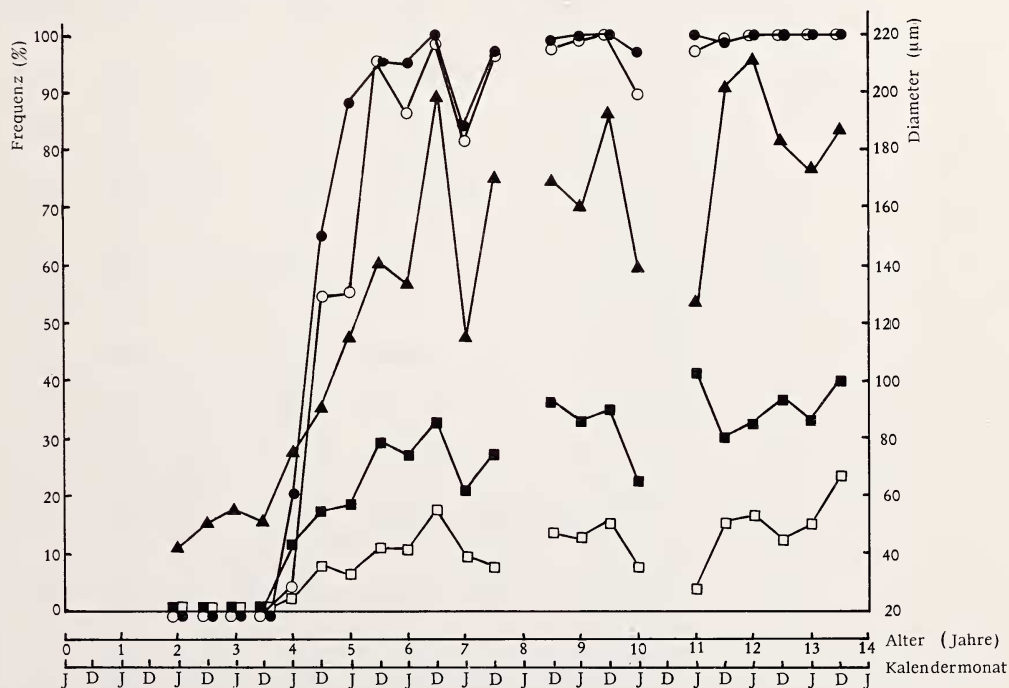


Abb. 1. Jahreszeitliche Schwankungen der mittleren Durchmesser der Samenkanälchen (▲) und in den Durchschnittsfrequenzen der Tubulusquerschnitte mit B-Spermatogonien (■) bzw. primären Spermatocytan (●) bzw. Meiosebildern (□) bzw. Spermatiden in Spätstadien und/oder Spermatozoen (○). J = Juni, D = Dezember

Tabelle 1

Versuchstiere, Zeiten der Hodenbiopsie, Ergebnisse der quantitativen Beobachtungen des Hodengewebes (für Einzeltiere)

Alter (Jahre)	Tier	Zeit d. Biops.	Sommer												Herbst-Winter											
			\emptyset (μm)	B	P	M	Spd and Spz	A_p/A_u	Tiere	Zeit d. Biops.	\emptyset (μm)	B	P	M	Spd and Spz	A_p/A_u	P/Tub									
2	M-395	Aug.	41,6 ± 5,0	0	0	0	0	0	—	M-395	Dez.	49,3 ± 6,2	0	0	0	0	0	—								
	M-431	Aug.	42,1 ± 4,0	0	0	0	0	—	M-431	Dez.	47,9 ± 4,4	0	0	0	0	0	—									
	TK-376	Aug.	43,5 ± 3,1	0	0	0	0	—	TK-376	Dez.	54,0 ± 6,8	0	0	0	0	0	—									
3	I-243	Juni	61,1 ± 3,0	0	0	0	0	—	I-243	Nov.	52,0 ± 4,6	0	0	0	0	0	—									
	K-368	Juli	53,7 ± 2,5	0	0	0	0	—																		
4	O-220	Juni	106,7 ± 18,0	33	81	9	18	15,0 ± 7,2	1,48	O-220	Dez.	104,0 ± 9,8	20	96	17	64	12,3 ± 6,5	0,99								
	I-242	Juli	42,8 ± 2,3	0	0	0	0	0	—	I-242	Dez.	44,7 ± 4,8	0	0	0	0	0	—								
	O-266	Juli	76,6 ± 9,9	12	33	0	0	3,0 ± 2,1	1,19	TK-167	Jan.	127,6 ± 19,5	32	100	7	100	24,6 ± 10,3	1,42								
	TK-282	Juli	84,8 ± 6,7	0	0	0	0	0	—																	
5	TK-167	Juni	103,8 ± 14,4	15	73	2	21	6,5 ± 3,8	0,86	TK-171	Nov.	162,5 ± 20,6	44	100	6	100	46,7 ± 13,9	3,33								
	O-220	Juli	99,2 ± 11,6	22	81	6	23	9,4 ± 5,8	1,18	I-243	Dez.	118,4 ± 18,5	15	91	16	91	11,0 ± 7,8	1,17								
	SD-215	Juli	132,6 ± 17,7	25	99	15	93	23,7 ± 10,8	2,05																	
	I-243	Aug.	125,6 ± 20,0	12	100	4	84	12,1 ± 7,9	0,74																	
6	TK-113	Juni	140,6 ± 26,6	29	97	12	90	23,4 ± 11,8	1,43	TK-113	Nov.	193,1 ± 33,0	41	100	23	100	82,3 ± 14,8	3,36								
	TK-168	Juli	117,1 ± 17,0	20	89	11	95	8,4 ± 6,2	1,43	TK-206	Dez.	228,9 ± 31,5	29	100	14	95	79,7 ± 14,7	1,17								
	TK-171	Juli	141,7 ± 14,3	32	100	9	74	23,7 ± 9,9	2,72	TK-103	Jan.	173,1 ± 18,4	29	100	16	100	50,1 ± 10,2	2,19								
7	TK-103	Juni	117,4 ± 21,7	8	89	14	81	15,3 ± 12,4	1,31	M-529	Nov.	199,1 ± 29,1	32	100	5	98	67,7 ± 19,5	2,89								
	TK-168	Aug.	126,8 ± 11,9	34	80	5	82	10,9 ± 8,3	0,95	TK-168	Nov.	177,8 ± 20,9	27	100	8	100	49,1 ± 18,1	2,07								
8										TS-528	Nov.	137,1 ± 14,9	22	92	10	99	32,0 ± 12,5	2,57								
										TK-89	Nov.	161,7 ± 21,8	28	100	14	100	37,6 ± 15,8	2,96								
										TK-92	Nov.	189,2 ± 28,0	37	100	13	100	97,4 ± 28,1	3,86								
										TS-526	Nov.	156,9 ± 17,9	41	98	15	89	43,2 ± 18,0	4,17								
									M-1	Dez.	—	—	—	39	99	13	100	—								

9	O-233 M-25 TS-18*	Juli Aug. Aug.	142,6 ± 16,6 206,7 ± 23,1 131,0 ± 16,7	32 40 27	99 100 100	12 10 17	97 100 100	24,5 ± 10,3 78,9 ± 13,4 16,3 ± 6,2	1,44 3,13 -	A-192* TS-78*	Nov. Nov.	191,4 ± 21,1 194,2 ± 19,4	29 41	100 100	17 14	100 100	56,8 ± 11,4 77,4 ± 14,4	2,44 -
10	SD-35* TS-101* TS-27*	Aug. Aug. Aug.	162,3 ± 19,2 128,5 ± 14,8 128,0 ± 14,8	27 14 27	100 99 93	10 12 1	100 72 97	53,3 ± 12,5 19,3 ± 7,0 22,1 ± 8,3	- 0,84 -									
11	M-131	Juni	127,8 ± 15,9	41	100	4	97	23,3 ± 10,3	2,17	SM-42	Okt.	230,1 ± 16,7	36	100	22	100	81,0 ± 16,0	4,36
12	SM-42 SM-66	Juli Juli	216,2 ± 18,1 206,0 ± 18,2	38 27	100 100	19 14	100 100	69,4 ± 22,1 74,9 ± 14,3	3,67 4,56	M-1 M-131 SM-10	Nov. Nov. Nov.	175,6 ± 21,6 172,0 ± 19,9 227,4 ± 23,1	16 34 34	97 100 100	11 18 14	98 100 100	53,0 ± 17,5 67,1 ± 16,0 76,9 ± 14,4	3,48 4,33 4,94
13	SM-33 SD-4* TS-7*	Juli Juli Juli	157,9 ± 14,6 152,1 ± 23,3 208,8 ± 12,4	22 44 34	100 100 100	15 16 14	100 100 100	38,3 ± 12,2 35,4 ± 17,4 87,3 ± 20,3	3,09 2,18 3,49	TS-78* SM-33 TS-7*	Sept. Okt. Okt.	158,3 ± 18,8 205,9 ± 19,3 184,4 ± 12,7	43 30 37	100 100 100	17 10 10	100 100 100	55,6 ± 11,9 78,1 ± 13,6 59,8 ± 10,8	1,79 5,44 3,90
28	KIKO*	Aug.	187,6 ± 22,3	25	100	15	100	53,6 ± 11,0	2,98	SD-11* SD-40*	Nov. Nov.	186,8 ± 24,0 189,1 ± 21,1	38 42	100 100	28 19	100 100	60,3 ± 13,6 67,1 ± 16,4	4,12 2,94
	Total	31 Fälle der 28 Tiere								Total	30 Fälle der 27 Tiere							

Zusammen 61 Fälle der 40 Tiere

* Das Geburtsdatum ist nicht genau bekannt. Ø: Durchschnittsdiameter des Samenkanälchens; B: B-Spermatogonien; P: Primäre Spermatoocyten (s. Text); M: Meiosebilder; Spd und Spz: Spermatoiden in Spätstadien und Spermatozoen; P/Tub: Durchschnittszahl der primären Spermatoocyten pro Querschnitt (s. den Text); Ap/Ad: Verhältnis der Ap-Spermatozonienzahl zu einem Ad-Spermatogonium. Im folgenden werden dieselben Bezeichnungen gebraucht. Frequenzen der Querschnitte mit Ap- und/oder Ad-Spermatozonien sind in allen Fällen 100% (s. den Text). Die Sommermonate entsprechen, im allgemeinen, der Zeit, wenn die Tiere jedes vollendete Lebensjahr zählen, während in den Herbst- und Wintermonaten die Tiere jedes vollendete Jahr plus etwa 6 Monate zählen.

Anhand dieser beiden Phasen werden regelmäßige Veränderungen erkannt: Vergrößerung im Herbst oder Winter und Verkleinerung im Sommer. Einige Ausnahmen werden jedoch bei den 5jährigen Affen im Juni und Juli gefunden (Tab. 1). Wider Erwarten konnte keine Abnahme des Durchmessers in dieser Altersklasse festgestellt werden. Ähnliche Fälle

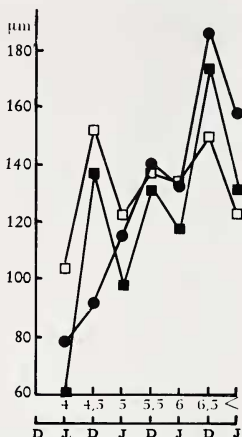


Abb. 2. Jahreszeitliche Schwankung der mittleren Durchmesser der Samenkanälchen – Vergleich zwischen Laboraffen und „freilebenden“ Makaken. ● = Laboraffen (N = 60), ■ = Takasakiyama-Gruppe (N = 42), □ = Miyajima-Gruppe (N = 15) (N = Zahl der beobachteten Fälle)

findet man auch bei den 12jährigen Tieren im Juli. Dieses bemerkenswerte Ereignis ist durch einen Vergleich mit freilebenden Tieren deutlicher zu erfassen (Abb. 2).

Das Diagramm für die freilebenden Tiere in Abb. 2 stellt die jahreszeitlichen Schwankungen des Durchschnittes der Tubulidurchmesser von Einzeltieren dar, die zu den in meiner früheren Arbeit (TIBA und NIGI 1980) genannten freilebenden Gruppen gehörten, der Takasakiyama-Gruppe und der Miyajima-Gruppe. Die von den Erwachsenen von 6,5 und mehr Jahren gewonnenen Daten sind hier en bloc behandelt, weil man diese eine Erwachsenen-Gruppe nicht mit Hilfe der Untersuchung der Dentition (s. TIBA und NIGI 1980) in mehrere kleinere Altersklassen unterteilen kann. Zum Zweck des Vergleiches wurden die Laboraffen von 6,5 Jahren und darüber in derselben Weise behandelt.

Frequenzen der Samenkanälchenquerschnitte mit verschiedenen Samenzellen

Wie zuvor (TIBA und NIGI 1980) wurde die Häufigkeit des Auftretens von Tubulusquerschnitten mit verschiedenen Samenzellarten aus allen 100 beobachteten Querschnitten für jedes Einzeltier berechnet.

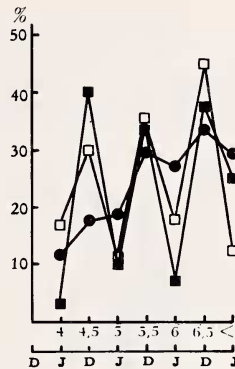
A-Spermatogonien

Wie bereits erwähnt (TIBA und NIGI 1980), sind diese Zellen in zwei Typen einzuteilen: dunkler Typus (A_d) und heller Typus (A_p). In Tab. 1 ist vermerkt, daß man die A_d - und/oder A_p -Spermatogonien in jeder Altersklasse unabhängig von der Jahreszeit in allen Querschnitten auffinden kann. Das Verhalten der verschiedenen Zelltypen wird in einem späteren Abschnitt beschrieben.

B-Spermatogonien

Die diese Zellen enthaltenden Querschnitte kommen erst in der Pubertät vor, d. h. wenn die Tiere etwa 4 Jahre alt sind. Die jahreszeitliche Schwankung in der Frequenz dieser Querschnitte gleicht grundsätzlich derjenigen der Tubulidurchmesser (Tab. 1, Abb. 1 und 3). Hierbei aber ist bemerkenswert, daß hohe Werte im Sommer bei den 5jährigen und den 12jährigen Tieren notiert wurden.

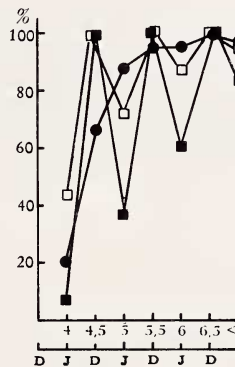
Abb. 3. Jahreszeitliche Schwankung in der Durchschnittsfrequenz der Tubulusquerschnitte mit B-Spermatogonien – Vergleich zwischen Laboraffen und „freilebenden“ Makaken. ● = Laboraffen (N = 61), ■ = Takasakiyama-Gruppe (N = 42), □ = Miyajima-Gruppe (N = 16)



Primäre Spermatocyten

Die Frequenz der Querschnitte mit den primären Spermatocyten vom Pachytänstadium wurden bis unmittelbar vor der Metaphase gezählt. Die Zeit des ersten Erscheinens der Zellen und die Saisonschwankung der Frequenz gleichen prinzipiell derjenigen der B-Spermatogonien. Beachtenswert ist eine Zunahme in der Durchschnittsfrequenz bei den 5jährigen Affen im Sommer (Tab. 1, Abb. 1 und 4).

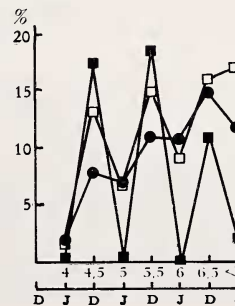
Abb. 4. Jahreszeitliche Schwankung in der Durchschnittsfrequenz der Tubulusquerschnitte mit primären Spermatocyten – Vergleich zwischen Laboraffen und „freilebenden“ Makaken. ● = Laboraffen (N = 61), ■ = Takasakiyama-Gruppe (N = 42), □ = Miyajima-Gruppe (N = 16)



Meiosebilder

Hierzu gehören die primären und sekundären Spermatocyten in der Metaphase, Anaphase und Telophase. Die Querschnitte mit diesen Zellbildern wurden gezählt. Die Durchschnittsfrequenzen aus jenen zwei Altersgruppen (5- und 12jährige Tiere) weichen diesmal vom normalen Niveau nicht so sehr ab (Tab. 1, Abb. 1 und 5).

Abb. 5. Jahreszeitliche Schwankung in der Durchschnittsfrequenz der Tubulusquerschnitte mit Meiosebildern zwischen Laboraffen und „freilebenden“ Makaken. ● = Laboraffen (N = 61), ■ = Takasakiyama-Gruppe (N = 42), □ = Miyajima-Gruppe (N = 16)



Spermatiden in Spätstadien und/oder Spermatozoen

In der bereits beschriebenen Weise wurden die Querschnitte mit Spermatiden und/oder Spermatozoen gezählt. Die Verteilung der Frequenzen ähnelt der der primären Spermatozyten sehr.

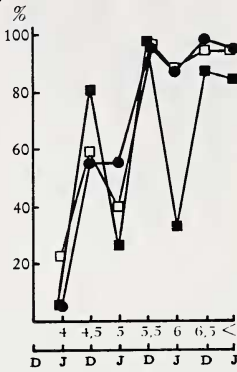


Abb. 6. Jahreszeitliche Schwankung in der Durchschnittsfrequenz der Tubulusquerschnitte mit Spermatiden in Spätstadien und/oder Spermatozoen - Vergleich zwischen Laboraffen (N = 61), ■ = Takasakyama-Gruppe (N = 42), □ = Miyajima-Gruppe (N = 16)

Spermatocytenzahl im Samenkanälchenquerschnitt

Die Zahl der primären Spermatozyten vom Pachytänstadium bis unmittelbar vor der Metaphase wurde entsprechend der früheren Arbeit (TIBA und NIGI 1980) gezählt. Die Durchschnittszahl pro Querschnitt wurde aus 40 Querschnitten für jedes Einzeltier bestimmt (Tab. 1, Abb. 7 und 8). Hierbei wurde keine erhebliche Abnahme der Zahl in den zwei Altersgruppen erkannt.

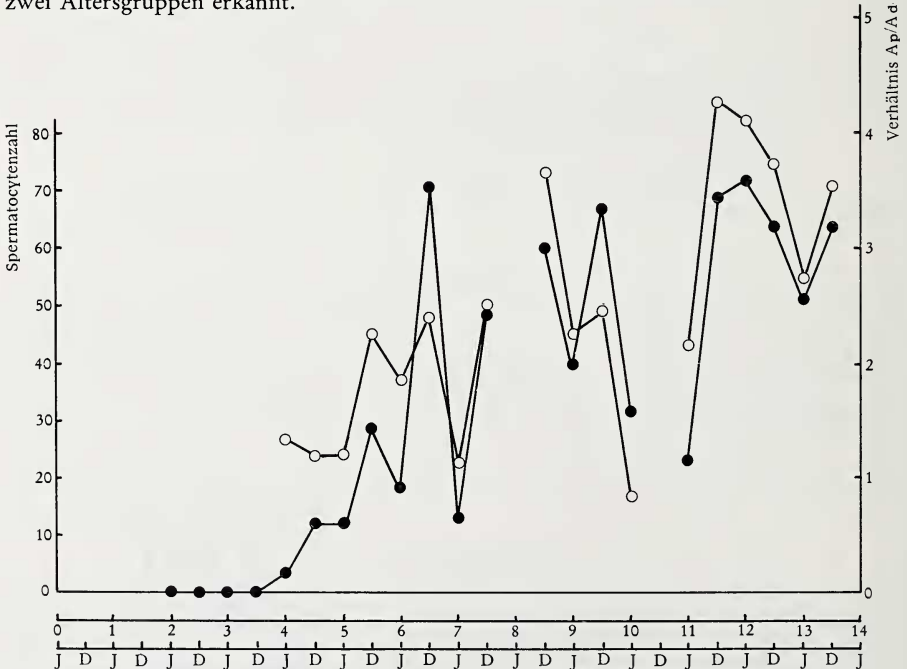
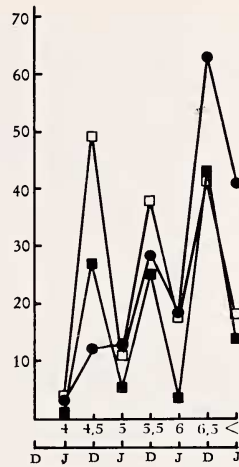


Abb. 7. Jahreszeitliche Schwankungen in der Durchschnittszahl der primären Spermatozyten pro Tubulusquerschnitt (●) und im Durchschnittsverhältnis A_p/A_d (○)

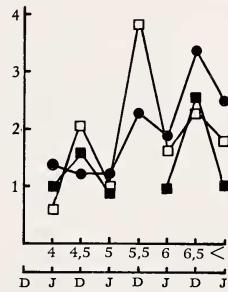
Abb. 8. Jahreszeitliche Schwankung in der Durchschnittszahl der primären Spermatozyten pro Tubulusquerschnitt – Vergleich zwischen Laboraffen und „freilebenden“ Makaken. ● = Laboraffen (N = 60), ■ = Takasakiyama-Gruppe (N = 42), □ = Miyajima-Gruppe (N = 15)



Verhältnis der A_p -Spermatogonienzahl zu einem A_d -Spermatogonium

Von den beiden Spermatogonientypen wurden zusammen bis 500 für jedes Einzeltier gezählt und das Verhältnis der A_p -Spermatogonienzahl zu einem A_d -Spermatogonium berechnet (Tab. 1, Abb. 7 und 9). Über die morphologischen Eigentümlichkeiten der Zelltypen und die Bedeutung dieses Verhältnisses s. TIBA und NIIGI (1980). Wie aus der Abb. 7 ersichtlich, ist eine Saisonschwankung hier sehr deutlich und die Verteilung der Durchschnittswerte gleicht im Prinzip derjenigen der Spermatozytenzahl. Bei den 5jährigen Tieren zeigte sich im Sommer kein deutlicher Abfall der Spermatozytenzahl und der Durchschnittswerte.

Abb. 9. Jahreszeitliche Schwankung im Durchschnittsverhältnis A_p/A_d – Vergleich zwischen Laboraffen und „freilebenden“ Makaken. ● = Laboraffen (N = 44), ■ = Takasakiyama-Gruppe (N = 30), □ = Miyajima-Gruppe (N = 14)



Schwankungsweite in der Spermatogenese – Vergleiche mit freilebenden Tieren

Bei Betrachtung der Abbildungen gewinnt man den Eindruck, daß die Laboraffen weniger ausgeprägte zyklische Veränderungen als freilebende Makaken zeigen. Daher wurde eine statistische Prüfung auf Signifikanz des Unterschieds in der spermatogenetischen Schwankungsweite (Amplitude) zwischen den Labor- und Feldgruppen vorgenommen.

Die Schwankungsweite wurde folgenderweise festgestellt: Die in den Abbildungen 2–6, 8 und 9 dargestellten Mittelwerte für jede Tiergruppe seien $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_7$ (s. Abb. 10). Wenn man die Spanne zwischen den Werten für die zwei betreffenden Jahreszeiten berechnet ($Y_2 - Y_1, Y_2 - Y_3, Y_4 - Y_3, \dots, Y_6 - Y_7$), ergeben sich die Werte der Tab. 2.

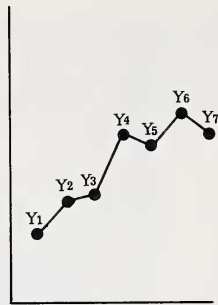


Abb. 10. Erklärung des Verfahrens, um die Schwankungsbreite zu finden

Zur Feststellung und Sicherung des Unterschiedes wurden die entsprechenden Werte jeder Tiergruppe in der Tab. 2 miteinander verglichen und durch den „Wilcoxon's paired rank test“ geprüft (Ergebnisse s. Tab. 3).

Tabelle 2

Spanne zwischen den Durchschnittswerten für zwei aufeinanderfolgende Jahreszeiten

	Ø	B	P	M	Spd and Spz	P/Tub	Ap/Ad
Laboratorium							
$Y_2 - Y_1$	14,4	5,8	45,0	5,7	50,1	7,8	-0,13
$Y_2 - Y_3$	-23,2	-1,2	-22,9	1,3	-0,6	-0,6	0
$Y_4 - Y_3$	25,1	11,0	7,3	4,3	40,3	15,9	1,05
$Y_4 - Y_5$	7,3	2,5	0,2	0,3	9,2	10,3	0,40
$Y_6 - Y_5$	53,5	6,5	4,0	4,1	12,2	44,8	1,49
$Y_6 - Y_7$	28,0	4,2	2,5	3,0	3,5	20,3	0,86
Takasakiyama							
$Y'_2 - Y'_1$	76,7	36,6	92,6	16,8	76,3	26,7	0,61
$Y'_2 - Y'_3$	39,5	30,1	62,1	17,1	55,2	22,3	0,68
$Y'_4 - Y'_3$	33,4	23,6	62,0	18,5	71,7	19,9	-
$Y'_4 - Y'_5$	14,1	26,6	28,7	18,7	64,5	21,5	-
$Y'_6 - Y'_5$	56,9	30,2	37,9	11,0	54,1	39,3	1,52
$Y'_6 - Y'_7$	43,2	11,6	14,6	8,9	2,4	29,0	1,51
Miyajima							
$Y''_2 - Y''_1$	48,7	4,0	54,8	11,3	36,5	45,2	1,46
$Y''_2 - Y''_3$	30,5	8,4	26,9	6,7	19,5	38,0	1,05
$Y''_4 - Y''_3$	14,8	23,4	28,6	8,4	57,0	27,1	2,80
$Y''_4 - Y''_5$	2,1	18,0	13,0	6,0	7,5	20,9	2,26
$Y''_6 - Y''_5$	15,3	27,0	12,0	7,0	6,0	23,7	0,77
$Y''_6 - Y''_7$	27,1	32,5	6,0	-1,0	0	23,0	0,49

Diskussion

Es werden heute viele Arbeiten über die Sexualefunktionen der Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) unter kontrollierten Bedingungen im Laboratorium publiziert. Im allgemeinen herrscht die übereinstimmende Anschauung vor, daß im Gegensatz zur deutlich saisonbedingten Geburtsziffer bei den Rhesusaffen in wilden oder freilebenden Gruppen, Kolonien in Gefangenschaft eine viel weniger ausgeprägte Verteilung der Geburtenzahl im Jahresverlauf erkennen lassen (ECKSTEIN und KELLY 1966; VAN WAGENEN 1967; VALERIO et al. 1970; VANDENBERGH 1973; CATCHPOLE und VAN WAGENEN 1975). In bezug auf die

Tabelle 3

Signifikanz der Unterschiede in der spermatogenetischen Schwankungsweite zwischen Laboraffen und freilebenden Makaken („Wilcoxon's paired rank test“ n = 6)

	Ø	B	P	M	Spd and Spz	P/Tub	A _p /A _d
Laboratorium vs Takasakiyama	*	*	*	*	*	*	?
Laboratorium vs Miyajima	—	*	*	*	—	—	—

* P < 0,05. — ? n in diesem Fall nur 4, daher keine Signifikanzprüfung.

Fortpflanzungsfähigkeit der männlichen Rhesusaffen im Laboratorium, ist über jahreszeitliche Schwankungen der Ejakulatsmenge (VALERIO et al. 1970; VALERIO et al. 1972; WICKINGS und NIESCHLAG 1980), der Plasmatestosteron-Konzentration (PLANT et al. 1974; ROBINSON et al. 1975; MICHAEL und BONSALL 1977; MICHAEL und ZUMPE 1977; WICKINGS und NIESCHLAG 1980) und des Sexualverhaltens (MICHAEL und KEVERNE 1971; MICHAEL und ZUMPE 1971; MICHAEL et al. 1975) berichtet worden. Nach VALERIO et al. (1970) gibt es im Laboratorium keine saisonbedingte Azoospermie, wie CONAWAY und SADE (1965) sie bei freilebenden Rhesusaffen gefunden haben, aber jahreszeitliche Variationen hinsichtlich der Beschaffenheit des Samens waren deutlich.

In dieser Arbeit wird klar, daß die japanischen Makaken im Laboratorium immer noch deutlich erkennbare jahreszeitliche Schwankungen der Spermatogenese besitzen. Andererseits weisen die vorgelegten Ergebnisse, die kleinere spermatogenetische Amplitude bei den Laboraffen, auf eine Reduktion der strengen Jahreszeitlichkeit hin. Dieses ist anhand des Vergleiches der Laborgruppe mit dem Takasakiyama-Trupp deutlich zu zeigen. Auch der Vergleich mit dem Miyajima-Trupp ergab Anzeichen einer Verkleinerung der Amplitude, obgleich die Differenzen der Amplituden zwischen diesen Tieren und der Laborgruppe nicht so groß sind. Diese Tatsache könnte auf einen ursprünglichen Unterschied der Amplituden zwischen den verschiedenen freilebenden Gruppen hinweisen. Auf jeden Fall ist der Verfasser der Meinung, daß es eine Tendenz zur Reduktion der Saisonschwankungen der Spermatogenese in Gefangenschaft auch beim japanischen Makaken gibt und daß diese Erscheinung auf die regulierten Umweltbedingungen im Laboratorium zurückzuführen ist.

Im Sommer ergaben die Unterschiede der 4 Tiere im Alter von 5 Jahren (TK-167, O-220, SD-215, I-243 in Tab. 1) sehr hohe Mittelwerte. Diese Werte sind oft höher als die aus dem vorigen Winter. Weil solche Erscheinung bei den freilebenden Tieren nicht gefunden wurde, ist die Erhöhung der Durchschnittswerte im Sommer sehr bemerkenswert. Kann man dies als eine Besonderheit der jüngeren Laboraffen ansehen? Hier liegt eine Schwierigkeit. Angenommen, daß eine Langzeitbeobachtung an jedem der betreffenden Tiere durchgeführt worden wäre und daß im Sommer die meisten von ihnen höhere Werte als im vorigen Winter gezeigt hätten, dann wäre der Durchschnittswert daraus zuverlässig genug, um die Verstärkung der Spermatogenesetätigkeit ohne Zögern als eine allgemeine und deutliche Tendenz ansehen zu können. Die Langzeitbeobachtung aber war in der Praxis sehr schwierig. Nur zwei der Tiere wurden im Winter zuvor einer Biopsie unterzogen (TK-167 und O-220 s. Tab. 1). Vergleicht man bei diesen zwei Tieren die hohen Werte mit den entsprechenden Werten des vorigen Winters, so findet man folgendes: Bei TK-167 zeigen die Werte zwischen Januar–Juni 1977 deutliche Reduktion. Bei O-220 nehmen die Werte zwischen Dezember 1977–Juni 1978 teils ab, teils zu. Hieraus kann man keinen

Hinweis auf regelhafte Verstärkung der Spermatogenese im Sommer ableiten. Abgesehen von diesen beiden Tieren läßt SD-215, das nur einer einmaligen Biopsie im Sommer unterworfen wurde, viel höhere Werte erkennen als O-220. Danach muß man mit der Möglichkeit rechnen, daß der hohe Durchschnittswert der 4 Tiere von dem Tier SD-215 stark beeinflußt war. Ein ähnliches Phänomen, nämlich die Erhöhung der Mittelwerte, wurde auch im Sommer bei 12jährigen Laboraffen gefunden. Das ist aber nicht so erstaunlich, weil dergleichen gelegentlich, wenn auch nicht oft, auch bei freilebenden erwachsenen Tieren vorkommt (TIBA und NIGI 1980).

Auch in dieser Untersuchung wurde wie in unserer früheren Arbeit (TIBA und NIGI 1980) festgestellt, daß das Verhältnis A_p/A_d eine deutliche Saisonschwankung aufweist. Diese Tatsache scheint für die Aufklärung der cytologischen Mechanismen hinsichtlich des Erhalts des Keimmaterials außerhalb der Fortpflanzungszeit und des Wiederbeginns der Spermatogenese in der Fortpflanzungszeit bedeutsam zu sein.

Abschließend sei angemerkt, daß in dieser Arbeit nicht geklärt wird, auf welchen Umweltfaktor die Reduktion der spermatogenetischen Amplitude zurückzuführen ist. Obwohl der Einfluß des Lichtes höchstwahrscheinlich wichtig ist, sollte man auch einen Einfluß der Raumtemperatur in Betracht ziehen. Diese schwankte während des Untersuchungstermins, obgleich nicht ganz stabil gehalten, sehr viel weniger als in der natürlichen Umwelt der Affen.

Danksagung

Ich bin Herrn Prof. Dr. T. ISHIKAWA an der Hokkaido-Universität für die Durchsicht des Manuskriptes zu Dank verpflichtet.

Zusammenfassung

An einer Gesamtzahl von 40 im Labor gehaltenen japanischen Makaken wurden Hodenbiopsien durchgeführt und jahreszeitliche Schwankungen in der Spermatogenese untersucht. Eine Jahreszeitlichkeit war immer noch deutlich erkennbar. Aber im Vergleich mit freilebenden Tieren wurde festgestellt, daß die Laboraffen eine Tendenz zur Abschwächung der strengen Jahreszeitlichkeit zeigen.

Literatur

- BUTLER, H. (1974): Evolutionary trends in primate sex cycles. *Contrib. Primatol.* 3, 2–35.
- CATCHPOLE, H. R.; VAN WAGENEN, G. (1975): Reproduction in the rhesus monkeys, *Macaca mulatta*. In: *The Rhesus Monkey. Vol. 2: Management, Reproduction and Pathology*. Ed. by G. H. BOURNE. New York: Academic Press, pp. 137–138.
- CONAWAY, C. H.; SADE, D. S. (1965): The seasonal spermatogenic cycle in free-ranging rhesus monkeys. *Folia primatol.* 3, 1–12.
- ECKSTEIN, P.; KELLY, W. A. (1966): A survey of the breeding performance of rhesus monkeys in the laboratory. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 17, 91–112.
- KAWAI, M.; AZUMA, S.; YOSHIBA, K. (1976): Ecological studies of reproduction in Japanese monkeys (*Macaca fuscata*). I. Problems of the birth season. *Primates* 8, 35–74.
- MICHAEL, R. P.; KEVERNE, E. B. (1971): An annual rhythm in the sexual activity of the male rhesus monkeys, *Macaca mulatta*, in the laboratory. *J. Reprod. Fert.* 25, 95–98.
- MICHAEL, R. P.; ZUMPE, D. (1971): Patterns of reproductive behavior. In: *Comparative Reproduction of Nonhuman Primates*. Ed. by E. S. E. HAFEZ, Springfield: Charles C. Thomas, pp. 205–242.
- MICHAEL, R. P.; ZUMPE, D.; PLANT, T. M.; EVANS, R. G. (1975): Annual changes in the sexual potency of captive male rhesus monkeys. *J. Reprod. Fert.* 45, 169–172.
- MICHAEL, R. P.; BONSALE, R. W. (1977): A three-year study of an annual rhythm in plasma androgen levels in male rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) in a constant laboratory environment. *J. Reprod. Fert.* 49, 129–131.
- MICHAEL, R. P.; ZUMPE, D. (1977): Annual cycles of aggression and plasma testosterone in captive male rhesus monkeys. *Psychoneuroendocrinology* 3, 217–220.
- NIGI, H. (1975): Menstrual cycle and some other related aspects of Japanese monkeys (*Macaca fuscata*). *Primates* 16, 207–216.
- NIGI, H. (1976): Some aspects related to conception of the Japanese monkeys (*Macaca fuscata*). *Primates* 17, 81–87.
- NIGI, H.; TIBA, T.; YAMAMOTO, S.; FLOESCHEIM, Y.; OHSAWA, N. (1980): Sexual maturation and

- seasonal changes in reproductive phenomena of male Japanese monkeys (*Macaca fuscata*) of the Takasakiyama troop. *Primates* 21, 230–240.
- PLANT, T. M.; ZUMPE, D.; SAULS, M.; MICHAEL, R. P. (1974): An annual rhythm in the testosterone of adult male rhesus monkeys maintained in the laboratory. *J. Endocrinol.* 62, 403–404.
- ROBINSON, J. A.; SCHEFFLER, G.; EISELE, S. G.; GOY, R. W. (1975): Effects of age and season on sexual behaviour and plasma testosterone and dihydrotestosterone concentration of laboratory-housed male rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Biol. Reprod.* 13, 203–210.
- TIBA, T.; NIGI, H. (1975): Unregelmäßig aufgebaute Zellgemeinschaften beim free-ranging japanischen Makak (*Macaca fuscata*) in der Paarungszeit. *Primates* 16, 379–398.
- TIBA, T.; NIGI, H. (1980): Jahreszeitliche Schwankung in der Spermatogenese beim „free-ranging“ japanischen Makak (*Macaca fuscata*). *Zool. Anz.* 204, 371–387.
- VALERIO, D. A.; LEVERAGE, W. E.; BESENHAVER, J. C.; THORNETT, H. D. (1970): The analysis of male fertility, artificial insemination and natural matings in the laboratory breeding of macaques. In: *Medical Primatology 1970*. Ed. by E. I. GOLDSMITH and J. MOOR-JANKOWSKI, Basel: Karger, pp. 515–526.
- VALERIO, D. A.; LEVERAGE, W. E.; MUNSTER, J. H. (1970): Semen evaluation in macaques. *Lab. Anim. Care* 20, 734–740.
- VALERIO, D. A.; JOHNSON, P. P.; LEVERAGE, W. E.; THOMPSON, G. E. (1972): Laboratory breeding and husbandry of macaques, African green monkeys and greater bushbabies. In: *Medical Primatology 1972*. Part 1. Ed. by E. I. GOLDSMITH and MOOR-JANKOWSKI, Basel: Karger, pp. 156–165.
- VANDENBERGH, J. G. (1973): Environmental influences on breeding in rhesus monkeys. *Symp. 4th Int. Congr. Primatol.* Vol. 2: *Primate Reproductive Behaviour*. Ed. by C. H. PHOENIX, Basel: Karger, pp. 1–9.
- WAGENEN, G. VAN (1967): Fertility of the colony-born male macaque. *Folia primatol.* 5, 241–246.
- WICKINGS, J.; NIESCHLAG, E. (1980): Seasonality in endocrine and exocrine testicular function of the adult rhesus monkey (*Macaca mulatta*) maintained in a controlled laboratory environment. *Intern. J. Androl.* 3, 87–104.

Anschrift des Verfassers: Dr. TOSIRO TIBA, Monkey Care Laboratory, Primate Research Institute, Kyoto University, Inuyama, Aichi, 484 Japan

Frontier disputes between the West- and East-European house mouse in Schleswig-Holstein, West Germany

By K. VAN ZEGEREN and G. A. VAN OORTMERSSEN

Department of Genetics, Biology Centre, University of Groningen, Haren (Gn.), The Netherlands

Receipt of Ms. 10. 6. 1981

Abstract

In the framework of a comparative behaviour study of the house mice *Mus m. domesticus* and *Mus m. musculus* mice were trapped in East Holstein (W. Germany), through which the borderline between the areas of both subspecies could be established rather accurately: viz, leading from Plön to Lütjenburg. In the laboratory a behavioural study was performed with descendants of these mice, as well as with descendants of *domesticus* and *musculus* mice caught in Holland respectively Poland. No clear or systematic differences were found in their way of life, in their exploratory and social behaviour, with the exception of a difference in tolerance between adult males. The aggressive behaviour of dominant males led in *domesticus* to a higher mortality among subordinate males than in *musculus*. In confrontations between male *domesticus* and *musculus* the heavier *domesticus* males always became the winners. This result may explain the shift of the borderline between both subspecies in an eastward direction.